

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. März 2001 (01.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/14619 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: C30B 25/02,
29/36, 25/12, 25/10, 25/14

26, 52072 Aachen (DE). STRAUCH, Gert [DE/DE];
Schönnauer Friede 80, 52072 Aachen (DE). JÜRGENSEN,
Holger [DE/DE]; Rathausstrasse 43d, 52072 Aachen
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02890

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. August 2000 (24.08.2000)

(74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; Münich & Kollegen, Wil-
helm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

(30) Angaben zur Priorität:
199 40 033.4 24. August 1999 (24.08.1999) DE

Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KAEPELER, Jo-
hannes [DE/DE]; Zeisigweg 47, 52146 Würselen (DE).
WISCHMEYER, Frank [DE/DE]; Am Rosenhügel

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DEPOSITING MATERIALS WITH A LARGE ELECTRONIC ENERGY GAP AND
HIGH BINDING ENERGY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ABSCHIEDUNG VON MATERIALIEN MIT GROSSER ELEK-
TRONISCHER BANDLÜCKE UND GROSSER BINDUNGSENERGIE

(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device for depositing SiC and/or SiC_xGe_{1-x} (X=0-1) semiconductor layers
or related materials with large (electronic) energy gap and especially with a high binding energy (for example AlN, GaN) by means
of a CVD method. The inventive method and the corresponding device are characterized in that at least one substrate is heated to
a temperature of approximately 1100 to approximately 1800 °C, that the at least one substrate is rotated in an all-around actively
heated flow channel reactor and that the material is deposited by homo- or hetero-epitaxy.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abscheiden von SiC- und/oder SiC_xGe_{1-x}
(x=0-1)- Halbleiterschichten oder verwandter Materialien mit grosser (elektronischer) Bandlücke und insbesondere hoher Bindungs-
energie (wie z.B. AlN, GaN) mittels eines CVD-Verfahrens. Das erfindungsgemässe Verfahren und die entsprechende Vorrichtung
zeichnen sich dadurch aus, dass das wenigstens eine Substrat auf eine Temperatur von ca. 1100 bis ca. 1800 °C erwärmt wird, dass
das wenigstens eine Substrat in einem allseits aktiv beheizten Strömungskanalreaktor rotiert, und dass die Beschichtung homo- oder
heteroepitaktisch erfolgt.

WO 01/14619 A1

Verfahren und Vorrichtung zur Abscheidung von
Materialien mit großer elektronischer Bandlücke
und großer Bindungsenergie

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abscheidung von SiC- und/oder $\text{SiC}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($x=0-1$)-Halbleiterschichten und verwandter Materialien mit großer elektronischer Bandlücke und großer Bindungsenergie, wie z.B. AlN oder GaN, aus der Gasphase und insbesondere mittels eines CVD-Verfahrens.

Stand der Technik

Halbleiter mit großer Bandlücke eignen sich aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften besonders für Anwendungen jenseits des Einsatzbereiches von auf Si oder GaAs basierenden elektronischen Halbleiterbauelementen. Die Chemische Gasphasen Epitaxie (CVD) ist das geeignetste Verfahren, elektrisch aktive Schichten, wie SiC und/oder $\text{SiC}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($x=0-1$), für elektronische Bauelemente für Hochtemperatur-, Hochfrequenz- und Hochleistungsanwendungen herzustellen.

Bei vertikalen, Raumladungszonen-gesteuerten Bauelementen, wie z.B. Schottky-Dioden oder pn-Dioden, müssen für typische Leistungsanwendungen Sperrspannungen im Bereich $U > 10 \text{ kV}$ aufgenommen werden. Es ist deshalb erforderlich, daß die abgeschiedenen epitaktischen Schichten Dicken von bis zu $100 \text{ }\mu\text{m}$ aufweisen müssen.

Hohe Leistungen beinhaltet auch die Schaltbarkeit hoher Ströme $I > 10 \text{ A}$. Nur großflächige Bauelemente können diese hohen Ströme im Durchlaßbereich führen. Die dadurch stetig steigende Forderung nach Substraten mit einem Mindestdurchmesser von 4" (Zoll) erfordert für die Epitaxie eine großflächige, homogene Aufheizbarkeit der Substrate.

Es werden herkömmlicherweise Heißwandreaktoren ohne rotierendem Substrat für das Abscheiden von SiC Schichten auf z.Z. 2" (Zoll) Substraten eingesetzt.

Diese haben den Nachteil, daß die Wachstumsrate über der Lauflänge des Gases stark abnimmt. Um diesen Effekt auszugleichen, variiert man nach dem Stand der Technik die Reaktorhöhe über der Lauflänge, um ein homogenes Wachstum auf dem Wafer zu ermöglichen.

Ein weiterer Nachteil ist das inhomogene Wachstum senkrecht zur Flußrichtung bedingt durch den Einfluß der Wände. An den Wänden findet Wachstum statt und dadurch werden zusätzliche Prozeßgase konsumiert. Weiterhin wirken die Wände sich nachteilig auf das Strömungsprofil im Reaktor aus. Hier ist nach dem Stand der Technik entweder durch die Variation des Prozeßdruckes und/oder des Flusses oder durch die Vergrößerung des Abstandes Wafer zur Wand eine Verbesserung möglich.

Ein weiterer Nachteil ist die Inhomogenität der Dotierung über der Lauflänge und senkrecht zur Lauflänge. In diesem Fall spielen vor allem Temperaturinhomogenitäten eine entscheidende Rolle, die im Falle eines Heißwandreaktors ohne Rotation nur durch großen apparativen Aufwand verbessert werden können.

Aus der EP-A-0 164 928 ist ein vertikaler Heißwandreaktor bekannt, bei dem die Substrate übereinander gestapelt sind. Dies erfordert einen mechanischen Antrieb.

Ein mechanischer Antrieb zur Rotation des oder der Substrate erfordert eine mechanische Durchführung zum heißen Substrathalter. Dies hat den Nachteil, daß die Durchführung zu einer Inhomogenität der Temperatur des Substrathalters führt, daß die mechanischen Elemente, wie z.B. Zahnräder, bei den benötigten Temperaturen von über 1400°C zu Abrieb führen und so einerseits Partikel generiert werden und andererseits Materialien freigesetzt werden, welche zu einer nicht erwünschten Hintergrunddotierung in den abgeschiedenen Schichten führen.

Ein weiterer Nachteil ist die auf dem Graphit des Substrathalters bzw. -trägers aufgebrachte Beschichtung zur gasdichten Versiegelung der Graphitoberfläche. Hier wird gemäß dem Stand der Technik SiC eingesetzt. Die Verwendung von SiC hat den Nachteil, daß die SiC-Beschichtung bei den für den Prozeß benötigten Temperaturen von über 1400°C von reaktiven Wasserstoffradikalen geätzt wird, und somit nur eine kurze Lebensdauer der Graphitteile gewährleistet ist. Weiterhin kann die Rückseite des Substrates durch "Close Space Epitaxy" ungewollt mit SiC von der beschichteten Graphitoberfläche beschichtet werden. Durch den Materialübertrag sind Löcher in der SiC Beschichtung die Folge. Zudem werden durch Poren und Löcher in der SiC-Beschichtung der Graphite Verunreinigungen frei, die sich als Fremdatome elektrisch aktiv in die Halbleiterschicht einbauen und die elektrischen Eigenschaften der Schicht beeinflussen können. Durch Poren und Löcher in der SiC-Beschichtung

der Graphite werden bei den hohen Prozeßtemperaturen Kohlenwasserstoffe freigesetzt, die für die SiC Epitaxie den Anteil an Kohlenstoff in der Gasphase vergrößern und somit die Kontrollierbarkeit des Prozesses beeinträchtigen.

Ergänzend wird zum Stand der Technik auf folgende Druckschriften verwiesen, auf die im übrigen aller hier nicht näher beschriebenen Einzelheiten ausdrücklich Bezug genommen wird: DE 195 22 574 A1, WO 98/42897, WO 99/31306.

Darstellung der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit der unter anderem homo- oder heteroepitaktische SiC- und/oder $\text{SiC}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($x=0-1$)- Schichten mit großen Wachstumsraten sehr homogen abgeschieden werden können.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abscheidung von SiC- und/oder $\text{SiC}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($x=0-1$)- Halbleiterschichten und verwandter Materialien mit großer elektronischer Bandlücke und großer Bindungsenergie, wie z.B. AlN oder GaN, aus der Gasphase gelöst, wobei die Abscheidung in einem allseits beheizten Strömungskanalreaktor unter Verwendung eines rotierenden Substrates desselben Materials (Homoepitaxie) oder eines anderen geeigneten Materials (Heteroepitaxie), wie z.B. Silizium, Silicon on Insulator, Saphir, erfolgt.

Der Erfindung liegen ein entsprechendes Verfahren sowie eine entsprechende Vorrichtung zugrunde.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß in einem über dem Substrat geschlossenen, als allseits beheizten Strömungskanal ausgeführten Substrathalter bzw. -träger aus hochtemperaturbeständigen leitenden Material wie Graphit, ein oder mehrere Substrathalter bzw. -teller gedreht werden.

Eine andere Ausführungsform des beheizten Strömungskanals mit rotierenden Substraten ist die Anordnung als Radialflußreaktor. In dieser Ausführung lassen sich vorteilhaft mehrere Wafer gleichzeitig unter gleichen Prozeßbedingungen beschichten. In der als Radialflußreaktor ausgeführten Form strömen die Prozeßgase vom Zentrum durch den temperierten Gaseinlaß nach außen und über die rotierten Substrate in einen Abgassammler auf dem äußeren Umfang des Substrathalters bzw. -trägers. Der Radialflußreaktor besitzt vorteilhaft keine Wände, wodurch die beschriebenen negativen Seitenwandeffekte eines heißen Strömungskanal-Reaktors vermieden werden.

Die Drehung des oder der Substratteller kann vorteilhaft durch Gas-Foil-Rotation durchgeführt werden, wodurch mechanische Abriebe und aufwendige mechanische Lagerungen und Antriebe vermieden werden können.

Mit der Rotation des Substrates erreicht man vorteilhaft den Ausgleich der abnehmenden Wachstumsrate über der Lauflänge und senkrecht zur Lauflänge die Homogenisierung von eventuell vorhandenen Temperaturgradienten im Substrathalter bzw. Substratträger.

Durch die Rotation und insbesondere durch die Rotation mittels Gas-Foil-Rotation werden vorteilhaft ein homogenes Wachstum bzgl. Schichtdicke und Dotierung und eine homogene Temperaturverteilung erreicht. Darüber hinaus kann einerseits eine sehr geringe Partikelgenerierung durch die Verwendung der Gas-Foil-Rotation erreicht werden. Zudem spricht für die Gas-Foil-Rotation, daß das mechanische Drehen bei hohen Temperaturen ohne negative Einflüsse auf Temperaturhomogenität und Lebensdauer der Bauteile bisher nicht gelöste Probleme aufwirft.

Die dem Prozeßgas zugewandten Begrenzungswände insbesondere der Substrathalter und das/oder die rotierenden Substrate können mittels Hochfrequenzheizung, Lampenheizung, Widerstandsheizung oder einer beliebigen Kombination dieser Heizungen auf Temperaturen von bis zu 1800°C erhitzt werden. Dabei können vorteilhaft Temperatursteuerungs- und -regelungseinrichtungen verwendet werden, welche die Begrenzungen mit gleichen oder unterschiedlichen Temperaturen beheizen. Damit können die Prozeßbedingungen sehr spezifisch eingestellt bzw. variiert werden.

Zur Beheizung können insbesondere bei einer Hochfrequenzheizung eine oder mehrere Spulen um den bzw. über und unter dem Suszeptor bzw. Substrathalter angeordnet werden, um die Wärmeübertragung optimal und mit geringen Verlusten und Steuerungs- bzw. Regelungsproblemen zu ermöglichen.

Dabei ist auch eine getrennte Regelung der Temperatur von zwei bzw. jeweils zwei gegenüberliegenden Begrenzungswänden des beheizten Strömungskanals durch Einsatz von zwei getrennten Heizkreisen mit jeweils eigener Regelung möglich.

Insbesondere kann durch eine getrennte Regelung der Temperatur der substratseitigen Begrenzungswand von der gegenüberliegenden Begrenzungswand des beheizten Strömungskanals durch Einsatz von zwei getrennten Heizkreisen mit jeweils eigener Regelung vorteilhaft der Temperaturgradient senkrecht zum Substrat festgelegt werden. Damit wird vorteilhaft die Reduktion von Si-Cluster- und -Keimbildung im Gasstrom erreicht.

Bei dem Einsatz zweier getrennt geregelter Heizkreise für jeweils die Temperatur der substratseitigen Begrenzungswand und der gegenüberliegenden Begrenzungswand können also die Temperaturen getrennt eingestellt werden. Dadurch lassen sich vorteilhaft konstante Temperaturgradienten zwischen Substrat und der gegenüberliegenden Begrenzungswand des Strömungskanals einstellen.

Die dem Prozessgas zugewandten Begrenzungswände des beheizten Strömungskanals und insbesondere der Substratträger bzw. Substrathalter und der/die Substratteller können insbesondere aus hochleitendem Material ausgeführt sein, um auch dadurch die Homogenität der erzeugten Materialien zu unterstützen bzw. zu verbessern.

Weiterhin werden vorteilhaft die dem Prozessgas zugewandten Begrenzungswände des beheizten Strömungskanals

und insbesondere die Substratteller und Substrathalter mit einer durch Wasserstoffradikale nicht ätzbaren, bei Temperaturen bis 1800°C nicht sublimierenden, auf das Graphit der Substratteller bzw. Substrathalter aufgetragenen Beschichtung, z.B. TaC, so geschützt, daß auch bei hohen Temperaturen und langen Anwendungszeiten die Oberfläche der Beschichtung geschlossen bleibt. Durch die Vermeidung freier Graphitoberflächen wird somit vorteilhaft die Freisetzung von Verunreinigungen aus dem Graphit minimiert. Dadurch lassen sich ungewollte Hintergrunddotierungen auf $< 5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ begrenzen. Durch die stabile, gasdichte Versiegelung wird die Bildung von zusätzlichen Kohlenwasserstoffen vorteilhaft unterdrückt. Die Kontrollierbarkeit der Zusammensetzung der Gasphase aus Silizium und Kohlenstoff in unmittelbarer Nähe zum Substrat wird somit erhöht.

Es wird vorteilhaft eine Close Space Epitaxy auf der Rückseite des Substrates durch die Verwendung von temperaturbeständigen und gegen Wasserstoffradikalen ätzbeständigen Beschichtungen vermieden. Solche Beschichtungen für den Substratteller aus Graphit können insbesondere aus z.B. TaC bestehen.

Die in den als Strömungskanal ausgeführten Substrathalter bzw. -träger eintretenden Gase werden bis kurz vor Eintritt durch einen aktiv gekühlten Einlaß weit unter Zerlegungstemperatur der Prozeßgase gehalten. Somit wird vorteilhaft die Zerlegung der Prozeßgase so weit wie möglich bis kurz vor dem Substrat verhindert. Eine Abscheidung aus der Gasphase kann somit erst über dem Substrat erfolgen.

Der gekühlte Einlaß und der heiße Substrathalter bzw. -träger werden bevorzugt nur durch ein schmales, stark wärmeisolierendes Segment thermisch getrennt und gegenseitig verbunden. Dies ist eine vorteilhafte - da einfache - Wärmeisolierung.

Diese beiden vorhergehenden Merkmale ermöglichen somit eine hohe Effizienz der abzuscheidenden Prozeßgase, da diese erst kurz vor dem Substrat zerlegt werden. Durch den abrupten Temperaturübergang wird zusätzlich eine preferentielle Verarmung einer Gasspezies in einem Temperaturbereich unterdrückt, was der Kontrollierbarkeit der Komposition der Gasphase in unmittelbarer Nähe zum Substrat dient.

Durch den geringen Temperaturgradienten senkrecht zum Substrathalter bzw. -träger im heißen Strömungskanal erreicht man eine effektive Zerlegung der Quellengase. Der abrupte Temperaturübergang zwischen Gaseinlaß und Substrathalter bzw. -träger und der geringe Temperaturgradient senkrecht zum Substrathalter bzw. -träger reduziert die Wahrscheinlichkeit der Bildung von Si-Clustern oder Keimbildung in dem Gasstrom. Dadurch erreicht man vorteilhaft eine Maximierung der Wachstumsrate.

In einem solchem Strömungskanal mit integriertem Substrathalter bzw. -träger erreicht man dadurch Wachstumsraten $>10\mu\text{m/h}$.

Durch die Ausgestaltung des Strömungskanals hinter dem Substrathalter bzw. -träger mit Auslaßsegmenten aus verschiedenen inerten Materialien werden Reaktionen der ausströmenden Gase vermieden und somit weiterhin die Homogenität der zu erzeugenden Materialien verbessert. Die Prozeßbedingung sind somit reproduzierbar. Unkontrollierbare Einflüsse durch Reaktionen der ausströmenden Gase werden vermieden.

Das Einbringen von dünnen Körpern aus inerten Materialien mit anderen Leitfähigkeiten (z.B. Ta, Mo) als der Substrathalter auf oder in dem Substrathalter dient vorteilhaft der Beeinflussung der Temperaturverteilung in diesem, unabhängig von der Spulenposition.

Bei der anderen Ausführungsform des beheizten Strömungskanals mit rotierenden Substraten als die Anordnung als Radialflußreaktor ist es zudem vorteilhaft, daß die dem Substrat gegenüberliegende Begrenzungswand des beheizten Strömungskanals in einem bestimmten Abstand zur substratseitigen Begrenzung des beheizten Strömungskanals mit dieser drehbar verbunden ist. Dadurch erfolgt eine verbesserte Rotationsbewegung des mindestens einen Substrats innerhalb des Strömungskanals zur Erreichung einer optimalen Homogenität der erzeugten Halbleiterschichten.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß die dem Substrat gegenüberliegende Begrenzungswand des beheizten Strömungskanals zur Bereitstellung des erwünschten Temperaturgradienten durch ein gasförmiges Medium aktiv kühl-

bar ist. Damit können die Temperaturgradienten und die Temperaturzeitverläufe vorteilhaft beeinflusst werden.

Da das rotierende Substrat durch einen an einer beliebigen Begrenzungswand des beheizten Strömungskanals angeordneten Substrathalter positionierbar ist, können vorteilhaft Schwerkrafteffekte gezielt zur Prozeßoptimierung genutzt werden.

Ist der Gasausgang des Substrathalters als Gasverteillerring ausgeführt, können die Gase gleichförmig auf dem Umfang aus dem Strömungskanal abgeleitet werden. Die Ausführung des Gasverteillerrings aus verschiedenen inerten Materialien führt zu einer vorteilhaften Beeinflussung der Temperaturgradienten und Temperaturzeitverläufen. Auch hier wird die Anzahl der beeinflussbaren Prozeßparameter in vorteilhafter Weise erhöht. Reaktionen der austretenden Gase werden damit vermieden.

Das entsprechende erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhaft durch Verwendung entsprechender Prozeß- und Trägergase, durch eine optimale Temperaturführung in Verbindung mit entsprechenden Drücken so ausgeführt werden, daß Schichten mit großen Wachstumsraten sehr homogen abgeschieden werden. Dabei sollen insbesondere bereits bekannte Abscheidungsverfahren wie CVD-, MOCVD oder MOVPE-Verfahren verbessert werden.

Durch das Einleiten von weit unter Prozeßtemperatur gekühltem Prozeß- und Trägergas kurz vor dem heißen Substrat wird eine vorzeitigen Zerlegung von Quellengasen

und die lokale Übersättigung des Gasstromes mit einem Zerlegungsprodukt vermieden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kommen ausgewählte Prozeß- und Trägergase zur Anwendung, welche die Qualität der erzeugten Halbleiterschichten vorteilhaft beeinflussen.

Es werden insbesondere Dotierungen von $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ bis $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ erreicht.

Durch die vollständige Zerlegung von Quellengasen vor oder über dem Substrat werden vorteilhaft, bedingt durch das homogene Temperaturprofil des Substrathalters, auch Wachstumsraten für SiC- und/oder $\text{SiC}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($x=0-1$)- Halbleiterschichten von $10 \text{ } \mu\text{m/h}$ oder mehr erreicht.

Mit bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugten geringen Temperaturgradienten senkrecht zum Substrat werden vorteilhaft die Reduktion von Si-Cluster- und -Keimbildung im Gasstrom erreicht.

Es ist vorteilhaft homo- oder heteroepitaktisches Abscheiden möglich.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen hinsichtlich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten er-

findungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1: eine Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Abscheiden von Schichten aus der Gasphase im Querschnitt,

Fig. 2: eine Darstellung des Temperaturverlaufs in Abhängigkeit von dem Ort innerhalb der Vorrichtung gemäß Fig. 1,

Fig. 3: eine Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtung in der Ausführung als Radialflußreaktor mit Doppelrotation zum Abscheiden von Schichten aus der Gasphase im Querschnitt,

Fig. 4: eine Darstellung des Temperaturverlaufs in Abhängigkeit von dem Ort innerhalb der Vorrichtung gemäß Fig. 3.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 bezeichnen die Bezugszeichen folgende Elemente³ eines erfindungsgemäßen Systems bzw. einer erfindungsgemäßen Vorrichtung:

Das Bezugszeichen 1 bezeichnet einen aktiv gekühlten Einlaß. Das Bezugszeichen 2 bezeichnet ein kurzes Isolationssegment aus hochisolierendem temperaturfesten Material (z.B. Graphitschaum) zwischen kaltem Einlaß 1 und dem beheizten Strömungskanal.

Das Bezugszeichen 3a bezeichnet einen Substrathalter bzw. Substratträger mit einem durch Gas-Foil-Rotation rotierenden Substratteller 4, wobei beide aus hochtemperaturbeständigen und leitenden Material (z.B. Graphit) mit einer inerten und auch bei Temperaturen bis 1800°C gegen Wasserstoffradiakale resistenten Beschichtung (z.B. TaC) bestehen. Dem Substrathalter 3a gegenüber liegt eine obere Begrenzung 3b des Strömungskanals zur mit (nicht gezeigten) Seitenwänden erfolgenden Ausbildung eines senkrecht zur Gasflußrichtung geschlossenen Strömungskanals, in dem der Substrathalter 3a integriert ist. Dabei kann der Substrathalter 3a auch an anderen Begrenzungswänden angeordnet werden. Das Bezugszeichen 5 bezeichnet eine oder mehrere Spulen, welche um oder über und unter dem geschlossenen Substrathalter 3a angeordnet sind, um den kompletten Strömungskanal aktiv zu erhitzen. Das Bezugszeichen 6 bezeichnet ein oder mehrere Auslaßsegmente aus verschiedenen Materialien, um die Temperatur zwischen Suszeptor und Gasauslaß kontinuierlich abzusinken. Das Bezugszeichen 8 bezeichnet im Verhältnis zum Substrathalter 3a dünne Platten aus Materialien, welche eine andere elektrische Leitfähigkeit als der Substrathalter 3a haben und inert sind (z.B. Mo, Te), um die Temperaturverteilung unabhängig von der Spulenposition zu beeinflussen.

Fig. 2 zeigt den Temperaturverlauf innerhalb des Systems in Abhängigkeit vom Ort der Prozeßgase in dem System. Dabei ist ersichtlich, daß die Prozeßgase bis zum Einlaß in den erhitzten Strömungskanal gekühlt geführt werden, um dann sehr schnell auf Temperaturen gebracht zu werden, die für eine Pyrolyse der Prozeßgase erforder-

derlich sind. Nach dem Auslaß erfolgt durch die Auslaßsegmente eine kontinuierliche und kontrollierte Abkühlung der Prozeßgase.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes System bzw. eine erfindungsgemäße Vorrichtung, die als Radialflußreaktor mit Doppelrotation ausgebildet ist. Der Reaktor ist zur der strichpunktierten Linie links in Fig. 3 symmetrisch ausgebildet, so daß lediglich eine Hälfte dargestellt ist. Auch hier bezeichnet Bezugszeichen 1 einen aktiv gekühlten Einlaß. Das Bezugszeichen 2 bezeichnet ein kurzes Isolationssegment aus hochisolierendem temperaturfesten Material (z.B. Graphitschaum) zwischen kaltem Einlaß 1 und heißem Suszeptor. Das Bezugszeichen 3a bezeichnet einen Substrathalter bzw. Substratträger mit einem durch Gas-Foil-Rotation rotierenden Substratteller 4, wobei beide aus hochtemperaturbeständigen und leitenden Material (z.B. Graphit) mit einer inerten und auch bei Temperaturen bis 1800°C gegen Wasserstoffradiakale resistenten Beschichtung (z.B. TaC) bestehen. Dem Substrathalter 3a gegenüber liegt eine Begrenzung 3b zur mit (nicht gezeigten) Seitenwänden erfolgenden Ausbildung eines senkrecht zur Gasflußrichtung geschlossenen Strömungskanals, in dem der Substrathalter 3a integriert ist. Dabei kann der Substrathalter 3a auch an anderen Begrenzungswänden angeordnet werden. Das Bezugszeichen 5 bezeichnet eine oder mehrere Spulen, welche um oder über und unter dem geschlossenen Substrathalter 3a angeordnet sind, um den kompletten Substrathalter 3a aktiv zu erhitzen. Das Bezugszeichen 6 bezeichnet ein oder mehrere Auslaßsegmente aus verschie-

denen Materialien, um die Temperatur zwischen Suszeptor und Gasauslaß kontinuierlich abzusenken. Das Bezugszeichen 8 bezeichnet im Verhältnis zum Substrathalter bzw. Substratträger 3a dünne Platten aus Materialien, welche eine andere elektrische Leitfähigkeit als der Substrathalter 3a haben und inert sind (z.B. Mo, Ta), um die Temperaturverteilung unabhängig von der Spulenposition zu beeinflussen.

Im Unterschied zum System nach Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 7 zusätzlich in der Ausführung als Radialflußreaktor mit Doppelrotation einen Auslaßring, der für eine gleichmäßige Flußaufteilung über den Umfang des Substrathalters sorgt.

Fig. 4 zeigt den Temperaturverlauf für das System in der Ausführung als Radialflußreaktor mit Doppelrotation; dieser Temperaturverlauf entspricht im Prinzip dem Temperaturverlauf nach Fig. 2.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Abscheiden von SiC- und/oder $\text{SiC}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($x=0-1$)-Halbleiterschichten oder verwandter Materialien mit großer (elektronischer) Bandlücke und insbesondere hoher Bindungsenergie (wie z.B. AlN, GaN) mittels eines CVD-Verfahrens, dadurch **gekennzeichnet**, daß das wenigstens eine Substrat auf eine Temperatur von ca. 1100 bis ca. 1800°C erwärmt wird, daß das wenigstens eine Substrat in einem allseits aktiv beheizten Strömungskanalreaktor rotiert, und daß die Beschichtung homo- oder heteroepitaktisch erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet** durch eine gesteuerte bzw. geregelte Beheizung der Wände des Strömungskanalreaktors.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Rotation des mindestens einen Substrats durch eine mechanisch angetriebene Achse und/oder bevorzugt durch „Gas-Foil-Rotation“ erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Substrate auf wenigstens einem in oder auf einem Substrathalter angeordneten Substratteller angeordnet sind, und daß der oder die Substratteller durch „Gas-Foil-

Rotation" relativ zu dem Substrathalter angetrieben werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch **gekennzeichnet**, daß als Reaktor ein Radialflußreaktor mit Doppelrotation verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch **gekennzeichnet**, daß das oder die Prozeß- und Trägergase mit einer Temperatur, die weit unter der Prozeßtemperatur liegt, kurz vor dem heißen Substrat eingeleitet werden, so daß die vorzeitige Zerlegung von Prozeß- bzw. Quellengasen und/oder eine lokale Übersättigung des Gasstromes mit einem Zerlegungsprodukt vermieden wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gase vor dem Einleiten gekühlt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
gekennzeichnet durch die Verwendung von H_2 , N_2 , Edelgasen oder deren Gemische als Trägergas.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
gekennzeichnet durch die Verwendung von Silan (SiH_4) oder anderer Si-haltiger anorganischer und organischer Ausgangsmaterialien, German (GeH_4) und Propan (C_3H_8) oder anderer Kohlenwasserstoffgase als Prozeßgase.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß dotierte Schichten von $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ bis $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ hergestellt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß durch die vollständige Zerlegung von Quellengasen vor oder über dem Substrat, bedingt durch das homogene Temperaturprofil des Substrathalters, so daß Wachstumsraten für SiC- und/oder $\text{SiC}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($x=0-1$)-Halbleiterschichten von 10 $\mu\text{m/h}$ oder mehr erreicht werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß durch geringe Temperaturgradienten senkrecht zum Substrat die Reduktion von Si-Cluster- und -Keimbildung im Gasstrom erreicht wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Schichten bei Prozeßdrücken zwischen 10-1000 mbar abgeschieden werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Substrate aus demselben Materials bzw. aus einem anderen geeigneten Material bestehen.
15. Vorrichtung zur Herstellung von SiC-Halbleiterschichten und verwandter Materialien mit großer elektronischer Bandlücke und hoher Bindungsenergie

mittels eines Gasphase-Aufbringverfahrens und insbesondere eines CVD-Verfahrens, mit:

- einer Reaktorkammer, die wenigstens einen Gaseinlaß für die Reaktionsgase aufweist,
- einem drehbaren Substrathalter, auf dem das oder die Substrate horizontal (nebeneinander) angeordnet sind,
- einem Gasauslaß,
- einer Heizeinrichtung, die aktiv sowohl die zu beschichtenden Substratoberflächen auf Temperaturen von 1100 bis 1800°C als auch den diesen gegenüberliegenden Wandbereich der Reaktorkammer gesteuert auf hohe Temperaturen erwärmt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Reaktorkammer rotationssymmetrisch aufgebaut ist und einen zentralen Gaseinlaß und einen rotationssymmetrischen Gasauslaß aufweist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die dem Reaktorraum zugewandten Begrenzungswände der Reaktorkammer und der oder die Substratteller bzw. Substrathalter eine geschlossene inerte und bis 1800°C hochtemperaturbeständige sowie durch Wasserstoffradikale nicht ätzbare Beschichtung aufweisen.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Beschichtung aus TaC, NbC, etc. besteht.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Reaktor ein insbesondere symmetrisch aufgebauter Radialflußreaktor mit Doppelrotation ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **gekennzeichnet** durch eine Dreheinrichtung zur Rotation des mindestens einen Substrats jeweils auf einem in oder auf einem Substrathalter angeordneten Substratteller mittels „Gas-Foil-Rotation“.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **gekennzeichnet** durch eine Dreheinrichtung zur Rotation des mindestens einen Substrats jeweils auf einem in oder auf einem Substrathalter angeordneten Substratteller mittels einer mechanisch angetriebenen Achse.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, **gekennzeichnet** durch mindestens eine Temperatursteuer- bzw. Regelungseinrichtung zur Bereitstellung einer gleichen Temperatur aller dem Prozessgas zugewandten Begrenzungswände als Oberseite, Unterseite und Seitenwände des damit geschlossenen beheizten Strömungskanals.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 22, **gekennzeichnet** durch mindestens eine Temperatursteuer- bzw. Regelungseinrichtung zur Bereitstellung von unterschiedlichen Temperaturen der dem Prozeßgas zugewandten Begrenzungswände als Ober-

seite, Unterseite und Seitenwände des damit geschlossenen beheizten Strömungskanal.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Beheizung der dem Prozeßgas zugewandten Begrenzungswände und insbesondere des Substrathalters eine oder mehrere Hochfrequenzheizungen vorgesehen sind.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Beheizung der dem Prozeßgas zugewandten Begrenzungswände und insbesondere des Substrathalters eine oder mehrere Lampenheizungen vorgesehen sind.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 25, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Beheizung der dem Prozeßgas zugewandten Begrenzungswände und insbesondere des Substrathalters eine oder mehrere Widerstandsheizungen vorgesehen sind.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 26, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Beheizung der dem Prozeßgas zugewandten Begrenzungswände und insbesondere des Substrathalters eine beliebige Kombination aus Hochfrequenz-, Lampen- und Widerstandsheizungen vorgesehen sind.
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 27, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine getrennte Regelung der Temperatur von zwei bzw. jeweils zwei gegenüberliegenden Begrenzungswänden des beheizten

Strömungskanals durch Einsatz von zwei getrennten Heizkreisen mit jeweils eigener Regelung erfolgt.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 27, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine getrennte Regelung der Temperatur der substratseitigen Begrenzungswand von der gegenüberliegenden Begrenzungswand des beheizten Strömungskanals durch Einsatz von zwei getrennten Heizkreisen mit jeweils eigener Regelung erfolgt.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 29, dadurch **gekennzeichnet**, daß die dem Prozeßgas zugewandten Begrenzungswände des beheizten Strömungskanals und insbesondere der oder die Substratteller bzw. der Substrathalter, aus einem hochleitenden Material wie Graphit ausgeführt sind.
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 30, dadurch **gekennzeichnet**, daß die dem Prozeßgas zugewandten Begrenzungswände des beheizten Strömungskanals und insbesondere der oder die Substratteller bzw. der Substrathalter eine geschlossene, inerte, hochtemperaturbeständige (bis ca. 1800°C) und durch Wasserstoffradikale nicht ätzbare Beschichtung aus z.B. TaC, NbC etc. aufweist.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 31, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Kühleinrichtung den Gaseinlaß bis kurz vor dem erhitzten Ström-

mungskanal durch eine flüssiges oder gasförmiges Medium aktiv kühlt.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 32, dadurch **gekennzeichnet**, daß der kühle Gaseinlaß, durch ein hochisolierendes schmales Adapterstück zum allseits beheizten Strömungskanal hin abdichtet.
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 33, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Strömungskanal hinter der aktiv beheizten Zone aus Auslaßsegmenten besteht, die verschiedene inerte Materialien (z.B. TaC beschichtetes Graphit, SiC beschichtetes Graphit, Quarz etc.) aufweisen.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 34, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Verhältnis zur Dicke des Substrathalter dünne Platten aus inerten Materialien (z.B. Ta, Mo, W) mit unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit als der Substrathalter, auf oder in dem Substrathalter eingelegt werden können, um die Hochfrequenzeinkopplung und damit den Energieeintrag lokal zu beeinflussen.
36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 35, dadurch **gekennzeichnet**, daß die dem Substrat gegenüberliegende Begrenzungswand des beheizten Strömungskanals in einem bestimmten Abstand zur substratseitigen Begrenzung des beheizten Strömungskanals fest installiert ist oder mit dieser drehbar verbunden ist.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 36, dadurch **gekennzeichnet**, daß die dem Substrat gegenüberliegende Begrenzungswand des beheizten Strömungskanals durch ein gasförmiges Medium aktiv kühlbar ist.
38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 37, dadurch **gekennzeichnet**, daß das rotierende Substrat durch einen an einer beliebigen Begrenzungswand des beheizten Strömungskanals angeordneten Substrathalter positionierbar ist.
39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 38, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Gasausgang des Substrathalters als Gasverteillerring ausgeführt ist.

Fig. 1

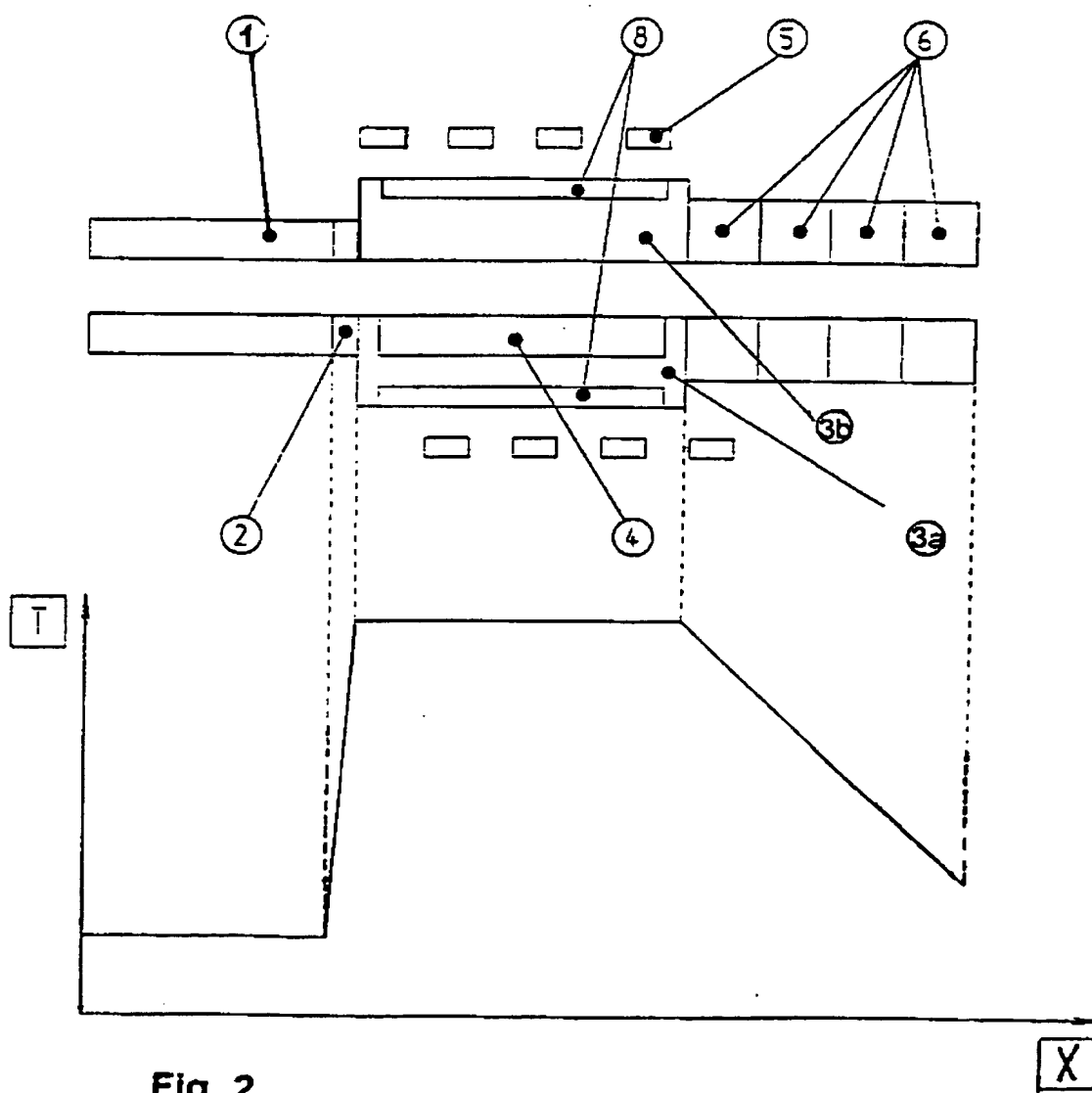
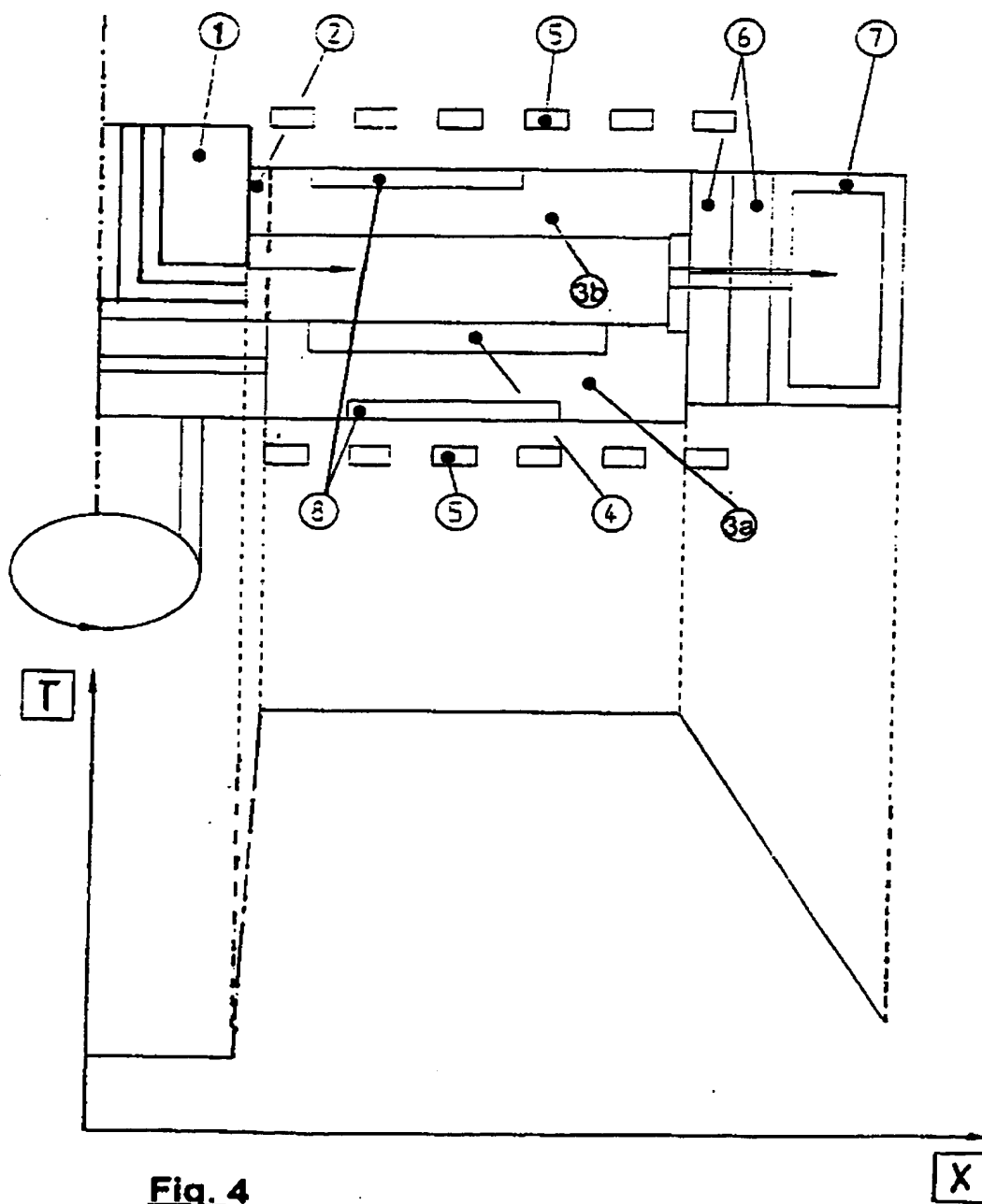


Fig. 2

Fig. 3**Fig. 4**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/DE 00/02890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C30B25/02 C30B29/36 C30B25/12 C30B25/10 C30B25/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C30B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 788 777 A (BURK JR ALBERT A) 4 August 1998 (1998-08-04) the whole document	1-4, 8, 9, 14
X	EP 0 748 881 A (EBARA CORP) 18 December 1996 (1996-12-18)	15, 21, 22, 26
Y	claim 1	1-4, 8, 9, 14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 March 1995 (1995-03-31) & JP 06 310440 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 4 November 1994 (1994-11-04) abstract	1
	--- -/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

'&' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 2001

Date of mailing of the international search report

05/02/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cook, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/DE 00/02890

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 31133 A (ABB RESEARCH LTD ;NILSSON ROGER (SE); BERGE RUNE (SE); KORDINA OLL) 28 August 1997 (1997-08-28) the whole document ---	1,15
A	US 5 743 956 A (MAYUZUMI MASANORI ET AL) 28 April 1998 (1998-04-28) figures 1-4 ---	15,21,25
A	DE 195 22 574 A (AIXTRON GMBH) 18 January 1996 (1996-01-18) cited in the application ---	
A	DE 198 03 423 A (SIEMENS AG) 12 August 1999 (1999-08-12) claims 1,7 ---	15,31
A	DE 36 08 783 A (TELEFUNKEN ELECTRONIC GMBH) 17 September 1987 (1987-09-17) ---	
A	WO 98 42897 A (CREE RESEARCH INC ;KONG HUA SHUANG (US); CARTER CALVIN JR (US); SU) 1 October 1998 (1998-10-01) page 8, line 11 - line 19; figure 6 ---	1,15
A	WO 96 23914 A (ABB RESEARCH LTD ;NORDELL NILS (SE); ANDERSSON GUNNAR (SE)) 8 August 1996 (1996-08-08) the whole document -----	1,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02890

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5788777 A	04-08-1998	NONE	
EP 0748881 A	18-12-1996	JP 9003648 A	07-01-1997
		JP 9003649 A	07-01-1997
		JP 9003650 A	07-01-1997
		US 6022413 A	08-02-2000
JP 06310440 A	04-11-1994	NONE	
WO 9731133 A	28-08-1997	US 5695567 A	09-12-1997
		EP 0956376 A	17-11-1999
		JP 2000505410 T	09-05-2000
US 5743956 A	28-04-1998	JP 9007953 A	10-01-1997
DE 19522574 A	18-01-1996	WO 9600314 A	04-01-1996
		EP 0763148 A	19-03-1997
DE 19803423 A	12-08-1999	WO 9939022 A	05-08-1999
		EP 1051535 A	15-11-2000
DE 3608783 A	17-09-1987	NONE	
WO 9842897 A	01-10-1998	AU 6572698 A	20-10-1998
		CN 1250490 T	12-04-2000
		EP 0970267 A	12-01-2000
WO 9623914 A	08-08-1996	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02890

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 C30B25/02 C30B29/36 C30B25/12 C30B25/10 C30B25/14		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 C30B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 788 777 A (BURK JR ALBERT A) 4. August 1998 (1998-08-04) das ganze Dokument	1-4, 8, 9, 14
X	EP 0 748 881 A (EBARA CORP) 18. Dezember 1996 (1996-12-18)	15, 21, 22, 26
Y	Anspruch 1	1-4, 8, 9, 14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31. März 1995 (1995-03-31) & JP 06 310440 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 4. November 1994 (1994-11-04) Zusammenfassung	1
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen: "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 29. Januar 2001		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 05/02/2001
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Cook, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02890

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 97 31133 A (ABB RESEARCH LTD ;NILSSON ROGER (SE); BERGE RUNE (SE); KORDINA OLL) 28. August 1997 (1997-08-28) das ganze Dokument	1,15
A	US 5 743 956 A (MAYUZUMI MASANORI ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) Abbildungen 1-4	15,21,25
A	DE 195 22 574 A (AIXTRON GMBH) 18. Januar 1996 (1996-01-18) in der Anmeldung erwähnt	
A	DE 198 03 423 A (SIEMENS AG) 12. August 1999 (1999-08-12) Ansprüche 1,7	15,31
A	DE 36 08 783 A (TELEFUNKEN ELECTRONIC GMBH) 17. September 1987 (1987-09-17)	
A	WO 98 42897 A (CREE RESEARCH INC ;KONG HUA SHUANG (US); CARTER CALVIN JR (US); SU) 1. Oktober 1998 (1998-10-01) Seite 8, Zeile 11 - Zeile 19; Abbildung 6	1,15
A	WO 96 23914 A (ABB RESEARCH LTD ;NORDELL NILS (SE); ANDERSSON GUNNAR (SE)) 8. August 1996 (1996-08-08) das ganze Dokument	1,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02890

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5788777 A	04-08-1998	KEINE	
EP 0748881 A	18-12-1996	JP 9003648 A	07-01-1997
		JP 9003649 A	07-01-1997
		JP 9003650 A	07-01-1997
		US 6022413 A	08-02-2000
JP 06310440 A	04-11-1994	KEINE	
WO 9731133 A	28-08-1997	US 5695567 A	09-12-1997
		EP 0956376 A	17-11-1999
		JP 2000505410 T	09-05-2000
US 5743956 A	28-04-1998	JP 9007953 A	10-01-1997
DE 19522574 A	18-01-1996	WO 9600314 A	04-01-1996
		EP 0763148 A	19-03-1997
DE 19803423 A	12-08-1999	WO 9939022 A	05-08-1999
		EP 1051535 A	15-11-2000
DE 3608783 A	17-09-1987	KEINE	
WO 9842897 A	01-10-1998	AU 6572698 A	20-10-1998
		CN 1250490 T	12-04-2000
		EP 0970267 A	12-01-2000
WO 9623914 A	08-08-1996	KEINE	